

University of Groningen

Polycrystalline silicon for silicon-on-insulator devices

Korma, Enno Johan

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1986

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Korma, E. J. (1986). *Polycrystalline silicon for silicon-on-insulator devices*. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting.

Dit proefschrift bevat de resultaten van het onderzoek verricht als onderdeel van een FOM project getiteld: "Insulating layers on semiconductors".

Polykristallijn silicium (poly-Si) is een belangrijk halfgeleider materiaal voor de fabricage van halfgeleiderelementen. Poly-Si werd eerst vooral toegepast voor de fabricage van on-chip weerstanden en om verschillende componenten van een geïntegreerde schakeling elektrisch met elkaar te verbinden. Met de ontwikkeling van MOS (metal-oxide-silicon) processen bleek poly-Si vele voordelen te hebben om het te gebruiken als elektrode materiaal. Juist in sommige halfgeleidergeheugens waarin een elektrisch zwevende elektrode ('floating gate') wordt gebruikt, is poly-Si het aangewezen materiaal omdat het d.m.v. thermische oxidatie gemakkelijk elektrisch geïsoleerd kan worden van zijn omgeving.

Halfgeleiderelementen gefabriceerd in een dunne laag silicium die is aangebracht op een isolerend substraat, zijn van belang voor de halfgeleiderindustrie. Dergelijke structuren zijn in een aantal opzichten beter geschikt voor toepassing in geïntegreerde schakelingen dan konventionele schakelingen in "bulk" silicium, vooral wanneer de afmetingen van de onderdelen van een schakeling kleiner gemaakt moeten worden. Dergelijke silicon-on-insulator (SOI) structuren kunnen worden gerealiseerd in poly-Si lagen, die m.b.v. rekristallisatie nagenoeg monokristallijn zijn gemaakt.

De problemen bij de fabricage van bovenstaande halfgeleiderstructuren en de eisen die aan de werking van betreffende schakelingen worden gesteld, maken voortdurend fysisch onderzoek noodzakelijk. Het proefschrift levert hieraan een bijdrage.

De inhoud van het proefschrift is als volgt:

Hoofdstuk 1 (Introduction):

Hierin wordt het belang van polykristallijn silicium (poly-Si) voor de halfgeleiderindustrie in een historisch perspectief geplaatst. De redenen en toepassingen van het in het proefschrift beschreven onderzoek worden uiteengezet. Tenslotte wordt de indeling van het proefschrift gepresenteerd.

Hoofdstuk 2 (Polycrystalline silicon: fabrication and electrical properties):

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe dunne lagen poly-Si worden neergeslagen uit de gasfase (SiH_4) bij lage druk. Een beschrijving wordt gegeven van het hiervoor benodigde en door ons gebouwde Low Pressure Chemical Vapour Deposition (LPCVD) apparaat.

De structuur van poly-Si - monokristallijne korrels gescheiden door korrelgrenzen - heeft een grote invloed op de elektrische eigenschappen van poly-Si lagen. De belangrijkste modellen voor geleiding van ladingsdragers door poly-Si lagen komen aan de orde.

De resultaten van weerstands- en mobiliteitsmetingen worden

vergeleken met die modellen.

Hoofdstuk 3 (The properties of SiO_2 layers thermally grown onto polycrystalline silicon):

Het systeem fijnkorrelig poly-Si/silicium dioxide is onderwerp van dit hoofdstuk. Allereerst wordt de thermische oxidatie van poly-Si behandeld. Vervolgens wordt de kwaliteit van het grensvlak gevormd door het poly-Si en het daarop gegroeide SiO_2 , gekarakteriseerd in termen van de oppervlaktetoestandsdichtheid. Het blijkt dat dit grensvlak een veel hogere oppervlaktetoestandsdichtheid heeft dan een dergelijk grensvlak met monokristallijn Si als halfgeleider.

Het belangrijkste deel van het hoofdstuk wordt gevormd door de resultaten van onderzoek aan de geleidings- en doorslagverschijnselen in SiO_2 lagen op poly-Si. Het is gebleken dat de ruwheid van het grensvlak van grote invloed is op de doorslagveldsterkte en de hoeveelheid geïnjecteerde lading tot aan doorslag.

Een model wordt gepresenteerd dat de geleiding - zoals die blijkt uit stroom-spannings karakteristieken - beschrijft als funktie van de ruwheid van het grensvlak en de in het oxide aanwezige invangscentra voor elektronen.

Hoofdstuk 4 (Recrystallization of thin polycrystalline silicon layers):

De prestaties van halfgeleider elementen in een SOI structuur zullen pas vergelijkbaar zijn met die van een in bulk Si gefabriceerd exemplaar als de dunne Si laag monokristallijn is of althans zeer grote korrels heeft. Een methode om dunne fijnkorrelige poly-Si lagen om te zetten in nagenoeg monokristallijne lagen is de zg. zonesmelt techniek. Deze techniek is door ons op 3 manieren uitgevoerd.

De gebruikte en deels zelfgebouwde systemen (stripheater, halogeen lampjes en CO_2 laser systeem) worden beschreven en de materiaalaspekten van de met de verschillende technieken verkregen lagen worden met elkaar vergeleken.

Hoofdstuk 5 (Thin film transistors in polycrystalline silicon layers):

Het ontwerp en de fabricage van een eenvoudige MOS veldeffekt transistor wordt beschreven. Na een inleiding in de theorie van de werking van MOSFET's worden de resultaten behandeld van metingen aan MOSFET's in fijnkorrelige en gerekristalliseerde poly-Si lagen. De belangrijkste parameters zijn de mobiliteit van de ladingsdragers en de helling van de zg. subthreshold karakteristiek.

Een door ons ontwikkelde methode om snel de werkelijke kanaallengte van een MOSFET te meten, wordt behandeld. Met behulp van deze methode kon tevens de diffusieconstante van fosfor in poly-Si worden bepaald.